

53

# Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Antriebsregelungssystem zum Führen eines Fahrzeugs über eine mittels eines vorgegebenen Fahrprofils bestimmten Strecke und zum Anhalten an einem vorgegebenen Zielort.

Bei einem bekannten spurgebundenen Schnellverkehrssystem mit berührungsloser magnetischer Trag-, Fahr- und Antriebstechnik ist die Strecke in unterschiedlich lange Streckenabschnitte unterteilt. Diese Streckenabschnitte haben auch unterschiedliche elektrische Eigenschaften. Aus diesen Gründen sind der in jedem Streckenabschnitt erreichbare Bremschub verschieden groß und die dadurch bedingte Verzögerung von der Geschwindigkeit des Fahrzeugs, insbesondere eines Magnetschwebefahrzeugs, abhängig. Die geschwindigkeitsabhängige maximale Verzögerung wird auch noch vom Luftwiderstand beeinflusst.

Um bei einer Zielbremsung auf möglichst kurze Bremswege zu kommen, ist es vorteilhaft, die im jeweiligen Streckenabschnitt erreichbare Verzögerung voll auszunutzen. Da bei einem Bremsvorgang, beispielsweise mehrere Streckenabschnitte überfahren werden, muß bei dem Wunsch nach einem kurzen Bremsweg eine sich laufend verändernde Verzögerung erreicht werden. Aus Komfortbedingungen müssen die Vorgänge zwischen den verschiedenen Verzögerungswerten rückbegrenzt verschliffen sein.

Aus der DE 30 01 778 C2 ist ein Führungsgrößengeber mit einem Fahrkurvenverlauf bekannt. Dieser Führungsgrößengeber wird für eine ruck-, beschleunigungs- und geschwindigkeitsbegrenzten Wegregelung eines Positionsantriebes mit unterlagelter Geschwindigkeitsregelung verwendet. Dabei erfolgt mit Vorgabe entsprechender Rückwerte und einer mehrfachen zeitlichen Integration derselben eine Führung des Wegsollwertes und eines Geschwindigkeitssollwertes des Positionsantriebes. Mit einer solchen Sollwertführung kann unter Einhaltung und längstmöglicher Ausnutzung der durch die Begrenzungen festgelegten Randbedingungen die gewünschte Position zeitoptimal erreicht werden.

Der s-Regler dieses Führungsgrößengebers enthält eine Wurzelfunktion, deren Parameter von der gewählten Verzögerung abhängig sind. Deshalb weist der Führungsgrößengeber beim Bremsen eine konstante Verzögerung auf. Für den Einsatz eines solchen Führungsgrößengebers bei dem eingangs erwähnten spurgebundenen Fahrzeug würde das bedeuten, daß abschnittsweise mit einer bestimmten Wurzelfunktion gearbeitet werden müßte. Dabei kann man sich zwar den unterschiedlichen Streckenabschnitten, aber nicht den sich von der Fahrgeschwindigkeit abhängigen Verzögerungen anpassen. Dies bedeutet aber gleichzeitig ein Verschenken von Bremsweg.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein Antriebsregelungssystem anzugeben, mit dem ein Fahrzeug unter Berücksichtigung des jeweiligen Zustands und des orts- und geschwindigkeitsabhängigen Bremsvermögens des Antriebs gemäß eines vorgegebenen Fahrprofils über eine Strecke geführt und an einem vorgegebenen Zielort angehalten werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Dadurch, daß das Antriebsregelungssystem neben einem Führungsgrößengeber und einer Weg- und Geschwindigkeitsregelung auch eine Einrichtung zur Berechnung einer Zielbremskurve aufweist, der von einer

übergeordneten Betriebsleittechnik Ortsgeschwindigkeits-Telegramme zugeführt werden, besteht die Möglichkeit, in Abhängigkeit dieser Ortsgeschwindigkeits-Telegramme Zielbremskurven zu berechnen, die dann in den s-Regler des Führungsgrößengebers hinterlegt werden. Mit dem Ortsgeschwindigkeits-Telegramm übergibt die Betriebsleittechnik dem Antriebsregelungssystem die Fahrwegabschnitte, die jeweils aus einem Startort und einem Zielort, Grenzgeschwindigkeit sowie zulässiger Beschleunigung und Verzögerung bestehen. Der erste Fahrwegabschnitt beginnt mit demselben Startort wie das Fahrtrichtungs-Telegramm, das zum Einsetzen des Fahrzeugs mit Vorgabe des aktuellen Startortes und der fahrgeweg- und fahrzeugbezogenen Fahrtrichtung dient. Die zulässige Geschwindigkeit im jeweiligen Fahrwegabschnitt ist durch die Grenzgeschwindigkeit gegeben, die zulässige Geschwindigkeit am Zielort ist immer Null. Die Zielortsgeschwindigkeit Null wird durch Übertragung eines neuen Ortsgeschwindigkeits-Telegramms mit demselben Ort als Startort aufgehoben. Dadurch ist es möglich, über den gesamten reservierten Fahrweg ein Fahrprofil und einen Zielhalt zu definieren.

Nach Empfang eines Ortsgeschwindigkeits-Telegramms prüft das Antriebsregelungssystem, ob der Startort mit dem Zielort des letzten Telegramms (Fortsetzen des Fahrprofils) übereinstimmt. Liegt ein gültiges Telegramm vor, wird aus den Fahrwegabschnittsdaten ein internes Profil mit Berücksichtigung des antriebspezifischen Bremsvermögens angelegt. Dieses dient als Berechnungsgrundlage aller in diesem Profil enthaltenen Zielbremskurvenäste.

Erst nach vollständiger Berechnung wird die neue Zielbremskurve an den Führungsgrößengeber übergeben und für die Weg- und Geschwindigkeitsregelung wirksam. Bei der Berechnung der Zielbremskurve wird vom Zielort ausgehend auf den Startort gerechnet, d. h., die Kennlinie wird rückwärts berechnet, so daß die Verzögerung als Beschleunigung erscheint. Durch eine zweimalige Integration dieses Beschleunigungswertes ergeben sich der Geschwindigkeitsverlauf und der Wegverlauf. Diese ermittelte Kennlinie wird punktweise im s-Regler des Führungsgrößengebers abgespeichert. Verwendet man zwischen den einzelnen Punkten der Kennlinie eine lineare Interpolation, genügt es, wenn man etwa 1000 bis 2000 Wertepaare berechnet. Bei schnellen Verzögerungsänderungen kann die Dichte dieser Punkte erhöht werden.

Um die orts- und geschwindigkeitsabhängige Bremskraft einfach ermitteln zu können, wird sie in drei Anteile aufgespalten. Für jeden Zielbremsabschnitt erfolgt die Berechnung der geschwindigkeitsabhängigen elektrischen Bremskraft jeweils durch Auswertung eines quadratischen Polynoms, dessen Koeffizienten in Form einer Tabelle abgespeichert sind. Der Fahrwiderstand wird in die Anteile Luftwiderstand, der quadratisch von der Geschwindigkeit abhängt, und Lineargenerator- und Trag-/Führsystemverluste aufgeteilt, entsprechend berechnet und in Tabellenform abgespeichert. Die Ermittlung der ortsabhängigen Steigungs- bzw. Gefällekräfte erfolgt durch Einteilung der Fahrstrecke in Bereiche mit konstanter Steigungs- bzw. Gefällebeschleunigung. Alle hierfür notwendigen Werte sind ebenfalls in Tabellenform fest abgelegt. Zur Vermeidung von Sprüngen wird in einer Übergangszone zwischen den einzelnen Bereichen linear interpoliert.

Die mögliche orts- und geschwindigkeitsabhängige Verzögerung ergibt sich, indem die Summe aus Brems-

schub und Fahrwiderstand durch die Fahrzeugmasse dividiert, das Ergebnis um den Einfluß der Steigungen oder der Gefälle korrigiert und mit einem einstellbaren Reservefaktor multipliziert wird. Eine Minimalauswahl aus möglichen Verzögerungen und vorgegebener Grenzverzögerung liefert den Beschleunigungswert für die Kennlinienberechnung. Die gefundenen Werte für Verzögerung (negative Beschleunigung), Geschwindigkeit und Weg werden nach dem Berechnungszyklus in einem Zielbremskurvenspeicher abgelegt.

Die Berechnung des aktuellen Zielbremskurvenastes wird bei Überschreitung der zulässigen Grenzgeschwindigkeit gestoppt. Weitere Zielbremsäste werden durch Setzen der Integratoren für Geschwindigkeit und Weg mit entsprechenden Startwerten errechnet. Die Zielbremskurve ist schließlich vollständig ermittelt, wenn nach vielen Schleifendurchläufen das interne Profil bis zum aktuellen Fahrzeugort durchsucht wurde.

Durch die Verwendung einer erfindungsgemäßen Einrichtung zur Berechnung einer Zielbremskurve in Verbindung mit einem Führungsgrößengeber kann sich die Bremskraft an die unterschiedlichen Streckenabschnitte und an die in diesen Streckenabschnitten vorhandene Fahrgeschwindigkeiten anpassen. Wird jeweils diese orts- und geschwindigkeitsabhängige Verzögerung immer voll ausgenutzt, so werden sehr kurze Bremswege erreicht.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform des Antriebsregelungssystems werden die Ausgänge der Geschwindigkeitsregler des Führungsgrößengebers durch errechnete, dem jeweiligen Antriebs- und Bremsvermögen entsprechende Beschleunigungs- und Verzögerungswerte begrenzt. Die Ermittlung der Antriebs- und Bremskraft und daraus der möglichen Beschleunigung und Verzögerung erfolgt nach dem gleichen Prinzip wie die Berechnung der Bremskraft und die dazugehörige Verzögerung, d. h., ausgehend von abgespeicherten Tabellen für die Ermittlung von Antriebskraft, Bremskraft und Fahrwiderstand werden Beschleunigungs- und Verzögerungswerte ermittelt, die in Abhängigkeit von Steigungen und Gefälle korrigiert werden und mit einem einstellbaren Beschleunigungs- und Verzögerungsfaktor multipliziert werden.

Dieses Konzept der Beschleunigung-/Verzögerungsbegrenzung verhindert bei entsprechenden Parametrierung einerseits, daß Begrenzungen im Antrieb auftreten, erlaubt andererseits aber auch die volle Ausnutzung der elektrischen Betriebsmittel zum Erreichen einer kurzen Fahrzeit.

Zur weiteren Erläuterung wird auf die Zeichnung Bezug genommen, in der ein Ausführungsbeispiel eines Antriebsregelungssystems schematisch veranschaulicht ist.

Fig. 1 zeigt ein vereinfachtes Blockschaltbild des erfindungsgemäßen Antriebsregelungssystems, in

Fig. 2 ist ein Ortsgeschwindigkeits-Telegramm in einem Geschwindigkeits-Diagramm über dem Ort dargestellt, die

Fig. 3 zeigt ein Blockschaltbild der Einrichtung zur Berechnung einer Zielbremskurve ZBK des Antriebsregelungssystems nach Fig. 1, in

Fig. 4 ist ein Blockschaltbild des Führungsgrößengebers des Antriebsregelungssystems nach Fig. 1 dargestellt und die

Fig. 5 zeigt ein Blockschaltbild der Grenzwerteinrichtung des Führungsgrößengebers nach Fig. 4.

In Fig. 1 ist ein vereinfachtes Blockschaltbild eines Antriebsregelungssystems 2 näher dargestellt, dem von

einer Betriebsleittechnik 4 ein Ortsgeschwindigkeits-Telegramm OGT und ein Regelfahr-Telegramm RFT übermittelt wird. Ein Ortsgeschwindigkeits-Telegramm OGT ist in der Fig. 2 näher dargestellt. Mit dem Ortsgeschwindigkeits-Telegramm OGT übergibt die Betriebsleittechnik 4 dem Antriebsregelungssystem 2 die Fahrabschnitte I bis IV, die jeweils aus Startort und Zielort, Grenzgeschwindigkeit  $v_{Grenz}$ , sowie zulässiger Beschleunigung  $a_{BGrenz}$  und Verzögerung  $a_{VGrenz}$  bestehen. Mit dem Regelfahr-Telegramm RFT kann ein beliebiger Sollwert für die Geschwindigkeit  $v_{SOLL}$  und ein Grenzstrom  $i_{Max}$  vorgesehen werden.

Das Antriebsregelungssystem 2 besteht aus einem Führungsgrößenregler 6, einer Weg- und Geschwindigkeitsregelung 8 und 10 und einer Einrichtung 12 zur Berechnung einer Zielbremskurve ZBK, deren Blockschaltbild in der Fig. 3 näher dargestellt ist.

Das Blockschaltbild des Führungsgrößengebers 6 ist in der Fig. 4 näher dargestellt und, wie bereits eingangs erwähnt, aus der DE 30 01 778 C2 abgeleitet. Dem Führungsgrößengeber 6 werden auch mittels des Ortsgeschwindigkeits-Telegramms OGT ebenfalls von der Betriebsleittechnik 4 die Fahrabschnitte I bis IV, die jeweils aus Startort und Zielort, Grenzgeschwindigkeit  $v_{Grenz}$  sowie zulässige Beschleunigung  $a_{BGrenz}$  und Verzögerung  $a_{VGrenz}$  bestehen, übermittelt. Außerdem werden dem Führungsgrößengeber 6 ermittelte Zielbremskurvenäste ZBA1 und ZBA2 übermittelt. Der Führungsgrößengeber 6 stellt das Bindeglied zwischen der Sollwertvorgabe aus dem Regelfahr-Telegramm RFT einerseits und der Weg- und Geschwindigkeitsregelung 8 und 10 andererseits dar. Dazu verarbeitet der Führungsgrößengeber 6 laufend die Daten aus einem internen Profil und der berechneten Zielbremskurve ZBK und vergleicht sie mit dem vorgegebenen Geschwindigkeits-Sollwert  $v_{SOLL}$ . Er wählt die aktuell zu wirkenden Größen aus und ermittelt unter Berücksichtigung der Fahrkomfortbedingungen (Beschleunigungs- bzw. Verzögerungsgrenzwert z. B.  $1,5 \text{ m/s}^2$ , Ruckgrenzwert z. B.  $0,5 \text{ m/s}^3$ ) und der vorgegebenen Begrenzungswerte zeitoptimale, überschwingungsfreie Führungsgrößen  $s^0$ ,  $v^0$  und  $a^0$  für die Weg- und Geschwindigkeitsregelung 8 und 10 und einer Sollstrombegrenzung 14 für eine unterlagerte Stromregelung, die aus Übersichtlichkeitsgründen nicht dargestellt ist. Mittels einer ebenfalls nicht dargestellten Fahrzeuglageerfassung und Lastkraftbeobachter werden die Istwerte  $s$ ,  $v$  und  $a_{LAST}$  für die Weg- und Geschwindigkeitsregelung 8 und 10 und der Sollstrombegrenzung 14 erfaßt.

Die Fig. 2 zeigt ein von der Betriebsleittechnik 4 übermitteltes Ortsgeschwindigkeits-Telegramm OGT. Dieses Ortsgeschwindigkeits-Telegramm OGT besteht aus vier Fahrwegabschnitten, gekennzeichnet durch I bis IV. Jeder Fahrwegabschnitt I bis IV besteht aus einem Startort und einem Zielort. Außerdem ist für jeden Fahrwegabschnitt I bis IV eine Grenzgeschwindigkeit  $v_{Grenz1}$  bis  $v_{Grenz4}$  sowie eine zulässige Beschleunigung und Verzögerung angegeben. Der erste Fahrwegabschnitt I beginnt mit demselben Startort wie ein Fahrtrichtungs-Telegramm, das zum Einsetzen des Fahrzeugs mit Vorgabe des aktuellen Startorts und der fahrweg- und fahrzeugbezogenen Fahrtrichtungen dient. Die zulässige Geschwindigkeit im jeweiligen Fahrwegabschnitt I bzw. II bzw. III bzw. IV ist durch die Grenzgeschwindigkeit  $v_{Grenz1}$  bzw.  $v_{Grenz2}$  bzw.  $v_{Grenz3}$  bzw.  $v_{Grenz4}$  gegeben. Die zulässige Geschwindigkeit am Zielort, hier am Zielort 4, ist Null.

In den Beschleunigungsphasen BSP ist sowohl die

Kraftbegrenzung aus dem Regelfahr-Telegramm RFT als auch die Maximalbeschleunigung aus dem Fahrprofil wirksam. Im Gegensatz dazu wird in den Verzögerungsphasen durch Zielbremsung nur die Maximalverzögerung berücksichtigt. Bei Bremsung aufgrund der Sollwertvorgabe aus dem Regelfahr-Telegramm RFT ist nur die Kraftbegrenzung wirksam (maximale elektrische Bremsung).

Das gebildete Fahrprofil FP legt den reservierten, technisch gesicherten Zustandsraum ZSR fest. Innerhalb dieses Zustandsraumes ZSR kann mit dem Regelfahr-Telegramm RFT ein beliebiger Sollwert  $v_{\text{SOLL}}$  für die Geschwindigkeit vorgegeben werden. Ist diese Sollgeschwindigkeit  $v_{\text{SOLL}}$  größer als die jeweils gültige Grenzgeschwindigkeit, so begrenzt das Antriebsregelungssystem 2 die Regelfahr-Telegramm-Vorgabe auf diesen Wert. Das in Fig. 2 dargestellte Fahrprofil FP enthält zwei Verzögerungsphasen, die durch Zielbremskurvenäste ZBA2 und ZBA1 bestimmt sind. Die Zielbremskurvenäste ZBA1 und ZBA2 bilden für das übermittelte Ortsgeschwindigkeits-Telegramm OGT die Zielbremskurve ZBK.

Die Fig. 3 stellt ein Blockschaltbild der Einrichtung 12 zur Berechnung einer Zielbremskurve ZBK des Antriebsregelungssystems 2 der Fig. 1 dar. Diese Einrichtung 12 enthält drei Speicher 16, 18 und 20, in denen Kennlinien in Tabellenform hinterlegt sind. Dem ersten und dem zweiten Speicher 16 und 18 ist jeweils ein ermittelter Geschwindigkeitswert  $v$  eines Geschwindigkeitsintegrators 22 zugeführt. Der zweite Eingang des ersten Speichers 16 ist mit einer Streckenabschnitts-Zuordnung 24 verknüpft, die eingangsseitig mit einem Ausgang eines Wegintegrators 26 verbunden ist. Dieser Wegintegrator 26 ist ebenfalls mit dem dritten Speicher 20, dessen Ausgang mit einem Eingang eines Addierers 28 verbunden ist. Die Ausgänge der beiden Speicher 16 und 18 sind mittels eines Addierers 30 miteinander verbunden, dessen Ausgang über einen Quotientenbildner 32 mit dem weiteren Addierer 28 verbunden ist. Der zweite Eingang des Quotientenbildners 32 ist mit einem Wichtungsglied 34 versehen, an dem die Fahrzeugmasse  $m$  eingestellt werden kann. Der Ausgang des weiteren Addierers 28 ist über einen Multiplizierer 36, an dessen zweitem Eingang ein einstellbarer Faktor  $c$  ansteht, mit einer Minimalauswahleinrichtung 38 verbunden, an deren zweitem Eingang ein Verzögerungsgrenzwert  $av_{\text{Grenz}}$  ansteht. Der Ausgang dieser Einrichtung 38 ist über einen Hochlaufgeber 40 mit dem Geschwindigkeitsintegrator 22 verbunden, dem der Wegintegrator 26 nachgeschaltet ist. Die Ausgänge des Hochlaufgebers 40, des Geschwindigkeitsintegrators 22 und des Wegintegrators 26 führen alle zu einem Zielbremskurvenspeicher 42 hin. Die Ausgänge des Geschwindigkeitsintegrators 22 und des Wegintegrators 26 sind außerdem mit einer Steuereinrichtung 44 verbunden, an deren Eingängen ein Zielsignal  $s_{\text{Ziel}}$  und ein Geschwindigkeitsgrenzwert  $v_{\text{Grenz}}$  anstehen. Ausgangsseitig ist diese Steuereinrichtung 44 einerseits mit dem Zielbremskurvenspeicher 42 und andererseits jeweils mit einem Setzeingang des Geschwindigkeitsintegrators 22 und des Wegintegrators 26 verknüpft. Der Ausgang des Zielbremskurvenspeichers 42 bildet den Ausgang der Einrichtung 12 zur Berechnung einer Zielbremskurve ZBK des Antriebsregelungssystems 2.

Anhand dieses Blockschaltbilds und des Fahrprofils FP bzw. des Ortsgeschwindigkeits-Telegramms OGT der Fig. 2 soll die Wirkungsweise der Einrichtung 12 zur Berechnung einer Zielbremskurve ZBK im folgenden

näher erläutert werden:

Gemäß dem Blockschaltbild der Fig. 1 wird von der Betriebsleittechnik 4 beispielsweise das in der Fig. 2 dargestellte Ortsgeschwindigkeits-Telegramm OGT der Einrichtung 12 zur Berechnung einer Zielbremskurve ZBK und dem Führungsgrößengeber 6 übertragen. Das Ortsgeschwindigkeits-Telegramm OGT enthält vier Fahrwegabschnitte I bis IV, die jeweils durch einen Startort und einen Zielort bestimmt sind. Außerdem enthält das Geschwindigkeits-Telegramm OGT Werte für die einzelnen Grenzgeschwindigkeiten sowie der zulässigen Beschleunigung und Verzögerung. Nach Empfang dieses Ortsgeschwindigkeits-Telegramms OGT prüft die Steuereinrichtung 44 der Einrichtung 12 zur Berechnung einer Zielbremskurve ZBK, ob der Startort mit dem Zielort des letzten Ortsgeschwindigkeits-Telegramms OGT übereinstimmt. Im Falle einer Unstimmigkeit wird eine entsprechende Fehlermeldung an die Betriebsleittechnik 4 gesendet.

Liegt ein gültiges Telegramm OGT vor, wird aus den Fahrwegabschnitten I bis IV ein internes Profil mit Berücksichtigung des antriebspezifischen Bremsvermögens angelegt. Dieses dient als Berechnungsgrundlage aller in diesem Profil enthaltenen Zielbremskurvenäste ZBA1 und ZBA2. Die Transrapid-Versuchsanlage-Emsland hat achtundfünfzig Streckenabschnitte, die durch ihre zum Teil unterschiedlichen Längen und unterschiedlichen Entfernungen zu den Unterwerken unterschiedliche elektrische Eigenschaften und dadurch unterschiedliche Bremsvermögen aufweisen. Aus diesen Streckenabschnitten ist durch Zusammenfassung von in ihren Eigenschaften fast gleichen Schaltabschnitten zweiundzwanzig Zielbremsabschnitte definiert. Für jeden Zielbremsabschnitt erfolgt die Berechnung der geschwindigkeitsabhängigen elektrischen Bremskraft  $F_{\text{SCHUB}}$  sowohl für die Direkttaktung als auch für den Schwenkbetrieb jeweils durch Auswertung eines quadratischen Polynoms, dessen Koeffizienten in Form einer Tabelle im ersten Speicher 16 abgespeichert sind. Den elektrischen Bremsschub  $F_{\text{SCHUB}}$  findet man also für jeden Streckenabschnitt mittels bereitgehaltener Kurvenzüge, die nicht punktwise abgespeichert sind, sondern durch formelmäßige Zusammenhänge berechnet werden (beispielsweise Parabel 2. oder 3. Grades). In Abhängigkeit der ermittelten Geschwindigkeit  $v$  und eines ermittelten Streckenabschnittswertes wird aus dem ersten Speicher 16 eine geschwindigkeitsabhängige elektrische Bremskraft  $F_{\text{SCHUB}}$  ausgelesen.

Zum elektrischen Bremsschub  $F_{\text{SCHUB}}$  wird der Fahrwiderstand  $F_{\text{WID}}$  addiert, der besonders stark geschwindigkeitsabhängig ist. Der Fahrwiderstand  $F_{\text{WID}}$  setzt sich vorwiegend aus dem Luftwiderstand und einem Ersatzwiderstand zusammen, der die Lineargeneratord und Trag-/Führsystemverluste berücksichtigt. Nach Division mit der Masse  $m$  des Fahrzeugs erhält man die Verzögerung  $abw$ . Hierdurch wird auch der Beladungszustand des Fahrzeugs berücksichtigt. Diese Verzögerung  $abw$  wird noch korrigiert durch den Einfluß von Steigungen und Gefällen.

Die Ermittlung der ortsabhängigen Steigungs- und Gefällekräfte erfolgt durch Einteilung der Strecke in Bereiche mit konstanter Steigungs- bzw. Gefällebeschleunigung  $ag_s$ . Alle hierfür notwendigen Werte sind ebenfalls in Tabellenform im dritten Speicher 20 abgelegt. Zur Vermeidung von Sprüngen wird in einer Übergangszone zwischen den einzelnen Bereichen linear interpoliert. In Abhängigkeit eines ermittelten Wegwertes  $s$  wird eine entsprechende Steigungs- bzw. Gefälle-

beschleunigung  $a_G$  ausgelesen und zur Verzögerung  $a_{BV}$  addiert. Diese Verzögerung wird noch mit einem einstellbaren Faktor  $c$ , beispielsweise 0,9, multipliziert, wodurch man eine Brems-Verzögerung  $a_B$  erhält.

Die Minimalauswahl-Einrichtung 38 der Einrichtung 12 zur Berechnung einer Zielbremskurve ZBK liefert den endgültigen Beschleunigungswert  $a$  für die Zielbremskurve ZBK, in dem immer der kleinere der beiden anstehenden Werte (Verzögerungsgrenzwert  $a_{VGrenz}$ , Brems-Verzögerung  $a_B$ ) ausgewählt wird.

Der Hochlaufgeber 40 (Regelschleife für Beschleunigung) begrenzt den Anstieg der Beschleunigung  $a$  auf die zulässige Höhe (Rückbegrenzung). Durch zweimalige Integration dieses Beschleunigungswertes  $a$  kann die Geschwindigkeit  $v$  und der Weg  $s$  gefunden werden. Diese Werte  $a$ ,  $v$  und  $s$  werden nach jedem Berechnungszyklus als Punkt einer Zielbremskurve ZBK im Zielbremskurvenspeicher 42 abgelegt.

Um nicht zuviel Rechenzeit für die Zielbremskurve ZBK aufzuwenden, wird sie mit einer größeren Schrittweite gerechnet. Bei Höchstgeschwindigkeit könnte bei Streckenabschnittwechsel ein störender Fehler entstehen. Durch einmaliges Verkürzen der Zykluszeit eines Rechenzyklus kann das Ende eines  $\Delta s$ -Elementes genau auf eine Streckenabschnittsgrenze gelegt werden. Von da an kann wieder mit den neuen Parametern und der normalen Zykluszeit weitergerechnet werden.

Bei dieser Berechnung der Beschleunigung  $a$ , der Geschwindigkeit  $v$  und des Weges  $s$  wird vom Zielort ausgehend gerechnet, d. h., die Fahrkurve bzw. das Profil FP wird rückwärts gerechnet. Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 beginnt die Rechnung am Zielort 4 mit einer Zielgeschwindigkeit  $v=0$ . Wie beschrieben, wird der erste Zielbremskurvenast ZBA1 Punkt für Punkt berechnet. Am Zielort 3 erkennt die Steuereinrichtung 44, daß der Zielbremskurvenast ZBA1 größer als die zulässige Grenzgeschwindigkeit  $v_{Grenz3}$  ist, wodurch die Berechnung gestoppt wird. Im Fahrabschnitt IV ist deshalb ein Zielbremskurvenast ZBA1 berechnet worden, da im Fahrabschnitt III die Grenzgeschwindigkeit  $v_{Grenz3}$  kleiner ist als die Grenzgeschwindigkeit  $v_{Grenz4}$  des Fahrabschnitts IV. Aus diesem Grund wird erst wieder im Fahrabschnitt II ein zweiter Zielbremskurvenast ZBA2 berechnet. Bei dieser Berechnung wird vom Zielort 2 mit einer Zielortgeschwindigkeit  $v_{Grenz3}$  ausgegangen. Die Steuereinrichtung 44 setzt den Geschwindigkeitsintegrator 22 und den Wegintegrator 26 auf diesen Startwert  $v_{Grenz3}$  bzw. Zielort 2. Die Zielbremskurve ZBK ist schließlich vollständig ermittelt, wenn nach vielen Schleifendurchläufen das interne Fahrprofil FP bis zum aktuellen Fahrzeugort durchsucht wurde.

Mit der Übertragung eines neuen Ortsgeschwindigkeits-Telegramms OGT mit dem Startort, der dem Zielort des vorherigen Ortsgeschwindigkeits-Telegramms OGT mit der Zielortgeschwindigkeit  $v=0$  entspricht, wird die Zielortgeschwindigkeit  $v=0$  aufgehoben und die Berechnung einer weiteren Zielbremskurve ZBK in Abhängigkeit des neuen Ortsgeschwindigkeits-Telegramms OGT gestartet.

In Fig. 4 ist ein Blockschaltbild des Führungsgrößengebers 6 des Antriebsregelungssystems 2 nach Fig. 1 näher dargestellt. Da aus der DE 30 01 778 C2 der Aufbau eines Führungsgrößengebers bereits bekannt ist, beschränkt sich diese Beschreibung des Führungsgrößengebers 6 im wesentlichen auf den erfindungsgemäßen Teil.

Der Führungsgrößengeber 6 besteht aus zwei Regelschleifen der Beschleunigungs- und Geschwindigkeits-

führung 46 und 48, eine Wegregelschleife 50, einer Auswahlhaltung 52, einem Hochlaufgeber 54, einem Geschwindigkeitsintegrator 56 und einem Wegintegrator 58. Außerdem ist eine Minimalauswahl-Einrichtung 60 und eine Grenzwert-Einrichtung 62 vorgesehen, deren Blockschaltbild in Fig. 5 näher dargestellt ist. Gegenüber dem bekannten Führungsgrößengeber hat der s-Regler 64 der Wegregelschleife 50 des hier dargestellten Führungsgrößengebers 6 anstelle einer Wurzelfunktion die berechneten Zielbremskurvenäste ZBA1 und ZBA2 der Zielbremskurve ZBK, die mit der Fortschaltung der Ortsgeschwindigkeits-Telegramme OGT sukzessiv von der Einrichtung 12 zur Berechnung einer Zielbremskurve (ZBK) übermittelt werden. Aus den Daten des internen Profils und des Wegintegrators 58 kann der Abstand zum Zielort errechnet werden und mit seiner Hilfe werden aus der Zielbremskurve ZBK, bestehend aus mehreren Zielbremskurvenästen ZBA1 und ZBA2, die zugehörige Geschwindigkeit  $v^o_k$  und Verzögerung  $a^o_k$  ausgelesen, wobei zur Steigerung der Genauigkeit und zur Vermeidung von Sprüngen der Geschwindigkeit  $v^o_k$  zwischen benachbarten Stützpunkten linear interpoliert wird.

Aufgrund eines  $\Delta s$ -Wertes ( $s_{Ziel} - s^o$ ) werden aus der Kennlinie zwei benachbarte Wertepaare entnommen, aus denen durch lineare Interpolation der Funktionswert  $v^o_k$  bestimmt wird. Die außerdem noch benötigte Vorsteuergröße  $a^o_k$  wird ebenfalls aus den beiden Wertepaaren gewonnen nach der Beziehung

$$a^o_k = \frac{v_{k1} - v_{k2}}{\Delta s_{k1} - \Delta s_{k2}} \cdot \frac{v_{k1} > v_{k2}}{\Delta s_{k1} > \Delta s_{k2}}$$

Die Auswahlhaltung 52 vergleicht die einzelnen Beschleunigungen  $a_1$ ,  $a_2$  und  $a_3$  und wählt die jeweilige zu wirkende Beschleunigung  $a_1$ ,  $a_2$  oder  $a_3$  aus. Die Auswahlhaltung 52 wird gesteuert von der Minimalauswahl-Einrichtung 60, der eingangsseitig ein Sollwert  $v_{SOLL}$  und ein Grenzwert  $v_{Grenz}$  der Geschwindigkeit und die aus dem s-Regler 64 ausgelesene Geschwindigkeit  $v^o_k$  zugeführt sind.

Die Regelschleifen 46 und 48 der Beschleunigungs- und Geschwindigkeitsführung enthalten jeweils einen radizierenden Funktionsgenerator 66 bzw. 68 und einen Begrenzer 70 bzw. 72. Die Wegregelschleife 50 enthält ebenfalls einen radizierenden Funktionsgenerator 74. Den Begrenzern 70 und 72 werden die mittels der Grenzwert-Einrichtung 62 erstellten Grenzwerte für die Beschleunigung  $a_{BG}$  und für die Verzögerung  $a_{VG}$  zugeführt. Diese Grenzwerte  $a_{BG}$  und  $a_{VG}$  werden in Abhängigkeit des Ortes  $s$  und der Geschwindigkeit  $v$  ermittelt.

Der Beschleunigungsregler 54 regelt die ausgewählte Beschleunigung  $a_1$ ,  $a_2$  oder  $a_3$  so, daß höchstens der maximale Ruck von  $0,5 \text{ m/s}^3$  auftritt. Mittels zweimaliger Integration wird aus der geführt geregelten Beschleunigung  $a^o$  ein Sollwert  $v^o$  und  $s^o$  für die Geschwindigkeit und für den Weg ermittelt.

Die Fig. 5 zeigt das Blockschaltbild der Grenzwert-Einrichtung 62 des Führungsgrößengebers 6, die die Begrenzer 70 und 72 durch errechnete, dem jeweiligen Antriebs- und Bremsvermögen entsprechende Beschleunigungs- und Verzögerungswerte  $a_{BG}$  und  $a_{VG}$ , begrenzen. Um dem jeweiligen Antriebs- und Bremsvermögen entsprechende Beschleunigungs- und Verzögerungswerte  $a_{BG}$  und  $a_{VG}$  zu ermitteln, muß in Abhängigkeit des Ortes  $s^o$  und der Geschwindigkeit  $v^o$  zu-

nächst eine Antriebskraft  $F_{ANTR}$  und eine Bremskraft  $F_{BREMS}$  ermittelt werden. Dazu sind zwei Speicher 76 und 78 vorgesehen, in denen jeweils Koeffizienten eines quadratischen Polynoms abgespeichert sind. Dem ersten und zweiten Speicher 76 und 78 ist jeweils die Geschwindigkeit  $v^0$  und ein Streckenabschnittswert, ermittelt mittels einer Abschnittszuordnung 80 aus dem eingangs anstehenden Weg  $s^0$ , zugeführt. Der Ausgang des ersten Speichers 76 ist mit einem Differenzbildner 82, dem ein Quotientenbildner 84 mit nachgeschalteten weiteren Differenzbildner 86 nachgeschaltet ist, versehen. Der Ausgang des zweiten Speichers 78 ist mit einem Addierer 88, dem ein Quotientenbildner 90 mit nachgeschaltetem weiteren Addierer 92 nachgeschaltet ist, versehen. Da die Antriebskraft  $F_{ANTR}$  und die Bremskraft  $F_{BREMS}$  vom Fahrwiderstand  $F_{WID}$  beeinflusst wird, ist ein dritter Speicher 94 vorgesehen, der eine Funktion enthält, die den Zusammenhang zwischen der Geschwindigkeit und des Fahrwiderstandes  $F_{WID}$  wiedergibt. Der in Abhängigkeit der Geschwindigkeit  $v^0$  ermittelte Fahrwiderstand  $F_{WID}$  wird von der Antriebskraft  $F_{ANTR}$  subtrahiert und zur Bremskraft  $F_{BREMS}$  addiert. Mittels der beiden Quotientenbildner 84 und 90 werden die korrigierte Antriebskraft  $F_{ANTR}$  und die korrigierte Bremskraft  $F_{BREMS}$  jeweils auf die Fahrzeugmasse  $m$  bezogen. Da die zu durchzufahrende Strecke Steigungen und Gefälle aufweisen kann, ist die Strecke in Bereiche mit konstanter Steigungs- bzw. Gefällebeschleunigung  $a_{GS}$  eingeteilt. Alle hierfür notwendigen Werte sind ebenfalls in Tabellenform in einer Steigungszuordnung 96 abgelegt. In Abhängigkeit eines Wegwertes  $s^0$  wird eine entsprechende Steigungs- bzw. Gefällebeschleunigung  $a_{GS}$  ausgelesen und von der bezogenen korrigierten Antriebskraft subtrahiert und zur bezogenen korrigierten Bremskraft addiert. Diese ermittelte Antriebsbeschleunigung wird über einen Multiplizierer 98 einem Begrenzer 100 zugeführt, an dessen Ausgang der Beschleunigungswert  $a_{BG}$  ansteht. Die ermittelte Bremsverzögerung wird über einen Invertierer 102 einem Multiplizierer 104 mit nachgeschaltetem Begrenzer 106 zugeführt, an dessen Ausgang der Verzögerungswert  $av_G$  ansteht. Der zweite Eingang des Multiplizierers 98 bzw. 104 ist mit einem einstellbaren Faktor  $c_B$  bzw.  $c_V$  versehen.

Dieses Konzept der Beschleunigungs-/Verzögerungsbegrenzung verhindert bei entsprechender Parametrierung einerseits, daß Begrenzungen im Antrieb auftreten, erlauben andererseits aber auch eine Einstellung zur vollen Ausnutzung des Antriebs.

#### Patentansprüche

1. Antriebsregelungssystem (2) zum Führen eines Fahrzeugs über eine mittels eines vorgegebenen Fahrprofils (FP) bestimmten Strecke und zum Anhalten an einem vorgegebenen Zielort, bestehend aus einem Führungsgrößengeber (6), einer Weg- und Geschwindigkeitsregelung (8, 10) und einer Einrichtung (12) zur Berechnung einer Zielbremskurve (ZBK), die in Abhängigkeit eines übermittelten Ortsgeschwindigkeits-Telegramms (OGT) eine Zielbremskurve (ZBK) vollständig berechnet und diese dann in einem s-Regler (64) des Führungsgrößengebers (6) hinterlegt, wobei diese Berechnung bei Eintreffen eines neuen Ortsgeschwindigkeits-Telegramms (OGT) abgebrochen wird und eine neue Zielbremskurve in Abhängigkeit des neuen Ortsgeschwindigkeits-Telegramms (OGT), ausge-

hend vom neuen Zielort, berechnet wird.

2. Antriebsregelungssystem (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Berechnung der Zielbremskurve (ZBK) von einem Zielort ausgehend auf einen Startort zurückgerechnet wird, wobei beim Überschreiten einer zulässigen Geschwindigkeit ( $v_{Grenz}$ ) eines Fahrabschnitts (I, ..., IV) ein Zielbremskurvenast (ZBA1) vollständig berechnet ist und ein folgender Zielbremskurvenast (ZBA2), ausgehend von einem gesetzten Startwert, auf den Startort rückgerechnet wird.

3. Antriebsregelungssystem (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ermittlung einer orts- und geschwindigkeitsabhängigen Brems-Verzögerung ( $a_{BV}$ ) eine geschwindigkeitsabhängige, elektrische Bremskraft ( $F_{SCHUB}$ ), ein geschwindigkeitsabhängiger Fahrwiderstand ( $F_{WID}$ ) und eine ortsabhängige Steigungs- und Gefällebeschleunigung ( $a_{GS}$ ) ermittelt wird, wobei die Summe aus Bremskraft ( $F_{SCHUB}$ ) und Fahrwiderstand ( $a_{BW}$ ) mit der Steigungs- und Gefällebeschleunigung ( $a_{GS}$ ) korrigiert wird.

4. Antriebsregelungssystem (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgänge der v-Regler (66, 68) des Führungsgrößengebers (6) durch errechnete, dem jeweiligen Arbeits- und Bremsvermögen entsprechende Beschleunigungs- und Verzögerungswerte ( $a_{BG}$ ,  $av_G$ ) begrenzt werden.

5. Antriebsregelungssystem (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (12) zur Berechnung einer Zielbremskurve (ZBK) einen Zielbremskurvenspeicher (42) aufweist, in dem die berechnete Zielbremskurve (ZBK) punktweise zyklisch abgespeichert ist, wobei jeder Punkt der Zielbremskurve (ZBK) einen Wert für die Verzögerung ( $a$ ), die Geschwindigkeit ( $v$ ) und den Weg ( $s$ ) enthält.

6. Antriebsregelungssystem (2) nach Anspruch 3 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Punkt der Zielbremskurve (ZBK) einen Wert für den Weg ( $s$ ), die Geschwindigkeit ( $v$ ) und der Verzögerung ( $a$ ) aufweist, wobei der ein Verzögerungswert ( $a$ ) mittels einer Minimalauswahl-Einrichtung (38) aus einer vorgegebenen Grenzverzögerung ( $av_{Grenz}$ ) und einer orts- und geschwindigkeitsabhängigen Brems-Verzögerung ( $a_{BV}$ ) bestimmt wird und dieser ermittelte Verzögerungswert ( $a$ ) durch zweimalige Integration den Geschwindigkeitswert ( $v$ ) und den Wegwert ( $s$ ) ergibt.

7. Antriebsregelungssystem (2) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Integration zur Bestimmung des Geschwindigkeitswertes ( $v$ ) und des Wegwertes ( $s$ ) von vorbestimmten Startwerten ausgegangen werden kann.

8. Antriebsregelungssystem (2) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Beschleunigungswert ( $a_{BG}$ ) bestimmt wird aus einem Differenzwert aus Antriebskraft ( $F_{ANTR}$ ) und Fahrwiderstand ( $F_{WID}$ ) dividiert durch die Fahrzeugmasse ( $m$ ), der um einen Gefälle-Steigungswert ( $a_{GS}$ ) korrigiert und dann mit einem Beschleunigungsfaktor ( $c_B$ ) multipliziert wird.

9. Antriebsregelungssystem (2) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Verzögerungswert ( $av_G$ ) bestimmt wird aus einer Summe aus Bremskraft ( $F_{BREMS}$ ) und Fahrwiderstand ( $F_{WID}$ ) dividiert durch die Fahrzeugmasse ( $m$ ), der um ei-

nen Gefälle-Steigungswert ( $a_{GS}$ ) korrigiert und dann mit einem Verzögerungsfaktor ( $cv$ ) multipliziert wird.

10. Antriebsregelungssystem (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (12) zur Berechnung einer Zielbremskurve (ZBK) für die Ermittlung eines Bremsschubes ( $F_{SCHUB}$ ) und eines Fahrwiderstandes ( $F_{WID}$ ) jeweils einen Speicher (16, 18) aufweist, wobei jedem Speicher (16, 18) ein ermittelter Geschwindigkeitswert ( $v$ ) und dem ersten Speicher (16) in Abhängigkeit eines ermittelten Wegwertes ( $s$ ) ein Streckenabschnittswert zugeführt wird und diese Speicher (16, 18) ausgangsseitig mittels eines Addierers (30) miteinander verknüpft sind, dessen Ausgang über einen Quotientenbildner (32) mit einem weiteren Addierer (28) verknüpft ist, wobei der zweite Eingang des Quotientenbildners (32) mit einem Wichtungsglied (34) verbunden ist und wobei der zweite Eingang des weiteren Addierers (28) mit einem Ausgang einer Steigungszuordnung (20) verbunden ist, an deren Eingang ein ermittelter Wegwert ( $s$ ) ansteht, wobei der Ausgang des weiteren Addierers (28) über einen Multiplizierer (36) mit einer Minimumauswahl-Einrichtung (38) verknüpft ist, an deren zweitem Eingang ein Verzögerungsgrenzwert ( $av_{Grenz}$ ) ansteht und der ausgangsseitig über einen Hochlaufgeber (40) mit einem Geschwindigkeitsintegrator (22) mit nachgeschaltetem Wegintegrator (26) verknüpft ist, wobei die Ausgänge des Hochlaufgebers (40), des Geschwindigkeitsintegrators (22) und des Wegintegrators (26) mit einem Zielbremskurvenspeicher (42) und die Ausgänge des Geschwindigkeitsintegrators (22) und des Wegintegrators (26) mit einer Steuereinrichtung (44) verbunden sind, die einerseits ausgangsseitig mit dem Zielbremskurvenspeicher (42) und andererseits mit jeweils einem Setzeingang des Geschwindigkeits- und des Wegintegrators (22, 26) verknüpft ist und eingangsseitig ein Zielsignal ( $s_{Ziel}$ ) und ein Geschwindigkeitsgrenzwert ( $v_{Grenz}$ ) anstehen.

11. Antriebsregelungssystem (2) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine Grenzwerteinrichtung (62) für die Ermittlung der Antriebskraft ( $F_{ANTR}$ ), der Bremskraft ( $F_{BREMS}$ ) und des Fahrwiderstandes ( $F_{WID}$ ) jeweils ein Speicher (76, 78, 94) vorgesehen ist, denen jeweils ein Geschwindigkeitswert ( $v^*$ ) zugeführt sind und wobei die ersten beiden Speicher (76, 78) eingangsseitig mit einer Abschnittszuordnung (80) verknüpft sind, der eingangsseitig ein Wegwert ( $s^*$ ) ansteht, wobei dem ersten Speicher (76) ein erster Differenzbildner (82) mit nachgeschalteten Quotientenbildner (84) und dem zweiten Speicher (78) ein Addierer (88) mit nachgeschaltetem Quotientenbildner (90) nachgeschaltet sind, wobei der zweite Eingang des Differenzbildners (82) und des Addierers (88) jeweils mit dem Ausgang des dritten Speichers (94) und der zweite Eingang der Quotientenbildner (84, 90) jeweils mit einem Wichtungsglied verbunden sind, wobei der Ausgang des ersten Quotientenbildners (84) über einen zweiten Differenzbildner (86) mit nachgeschaltetem Multiplizierer (98) mit einem Begrenzer (100) und der Ausgang des zweiten Quotientenbildners (90) über einen zweiten Addierer (92) mit nachgeschaltetem Inverter (102) mit einem Multiplizierer (104) mit nachgeschaltetem Begrenzer (106) verbunden sind, wobei der zweite Eingang

des zweiten Differenzbildners (86) und des zweiten Addierers (92) mit einer Steigungszuordnung (96) verknüpft sind und wobei die Ausgänge der beiden Begrenzer (100, 106) die Ausgänge der Begrenzeinrichtung (62) bilden.

12. Antriebsregelungssystem (2) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß als Einrichtung (12) zur Berechnung einer Zielbremskurve (ZBK) ein Mikroprozessor vorgesehen ist.

13. Antriebsregelungssystem (2) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß als Grenzwerteinrichtung (62) ein Mikroprozessor vorgesehen ist.

14. Antriebsregelungssystem (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Führungsgrößengeber (6) ein Mikroprozessor vorgesehen ist.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

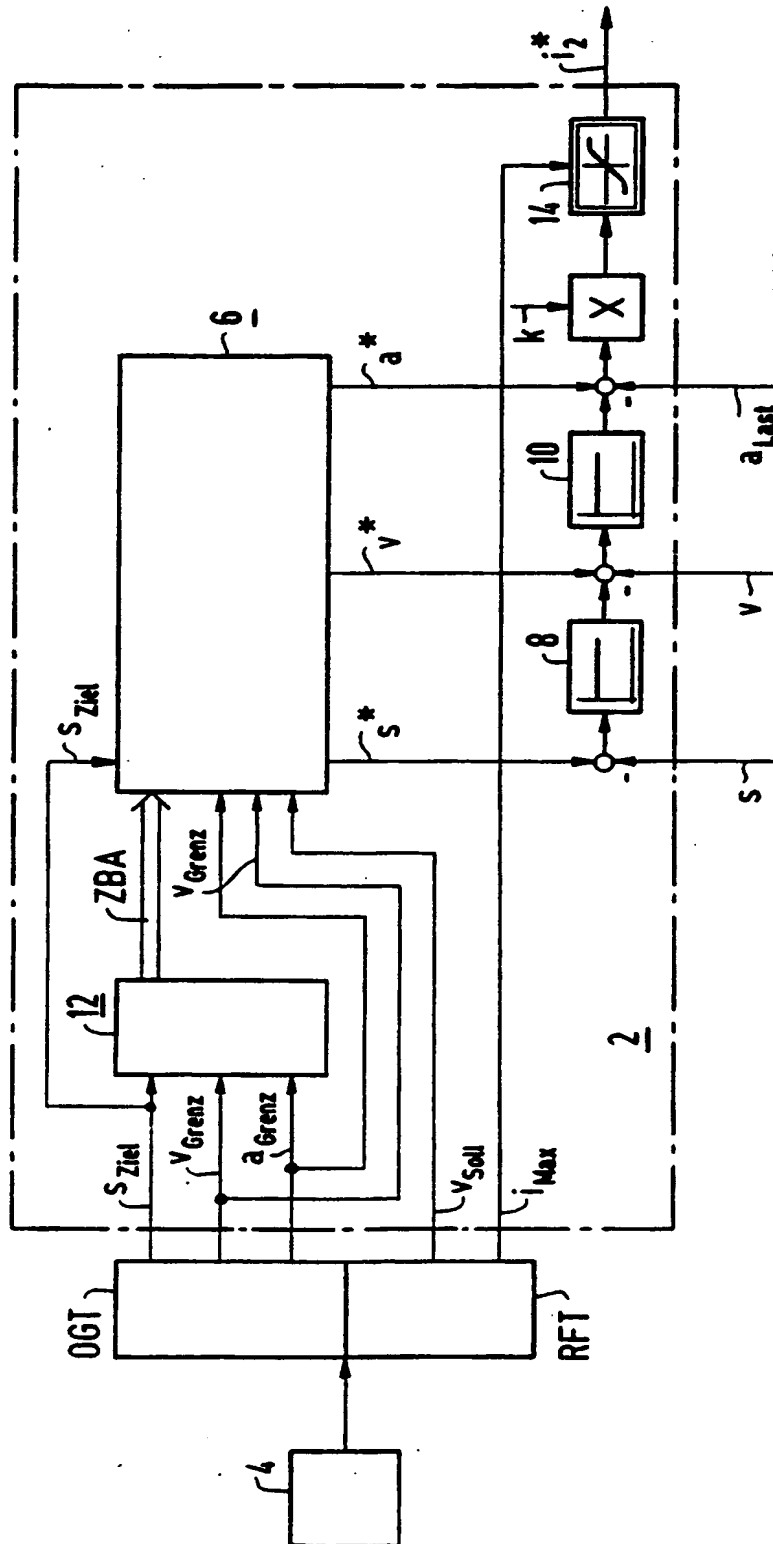


FIG 1



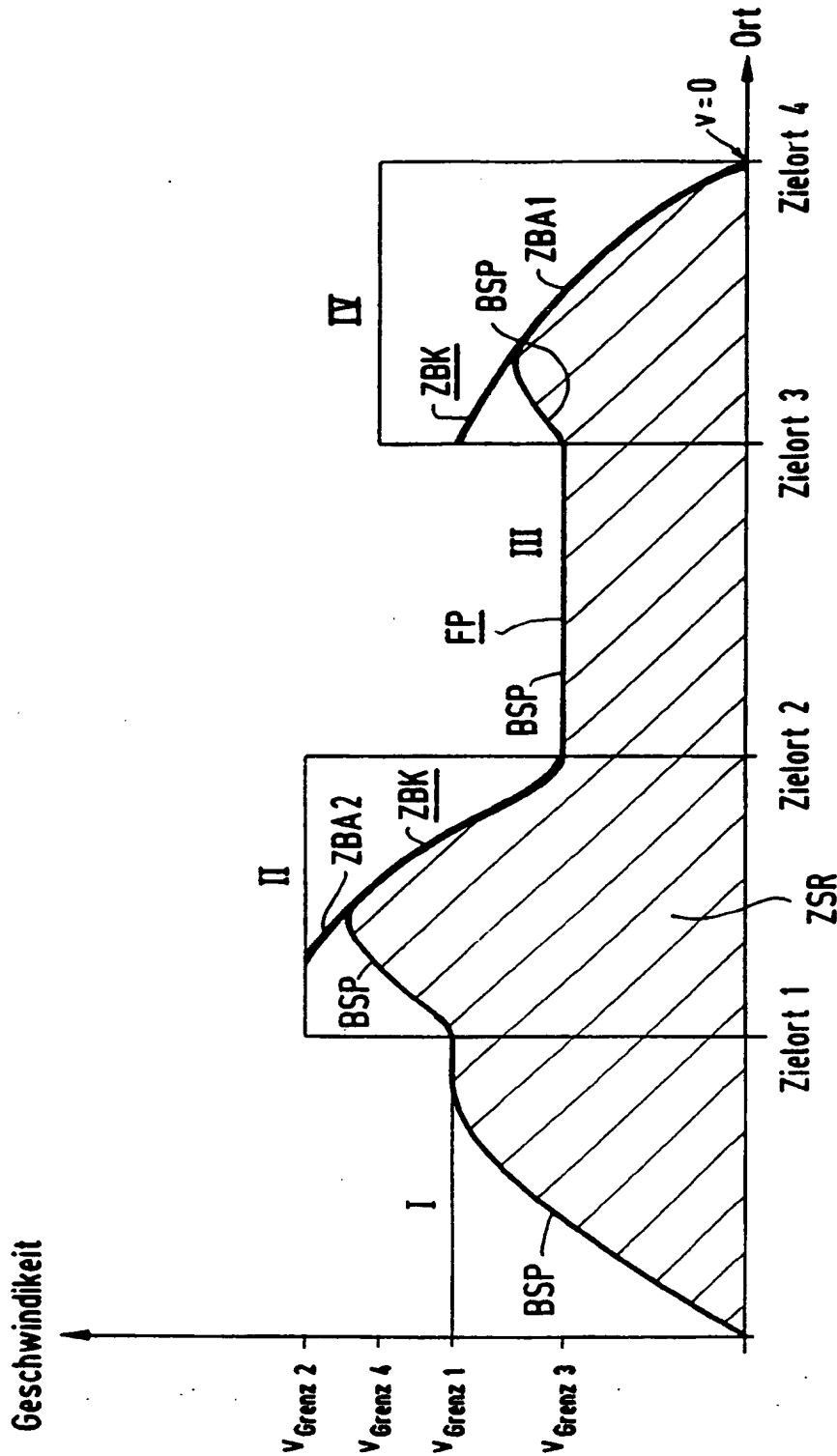


FIG 2

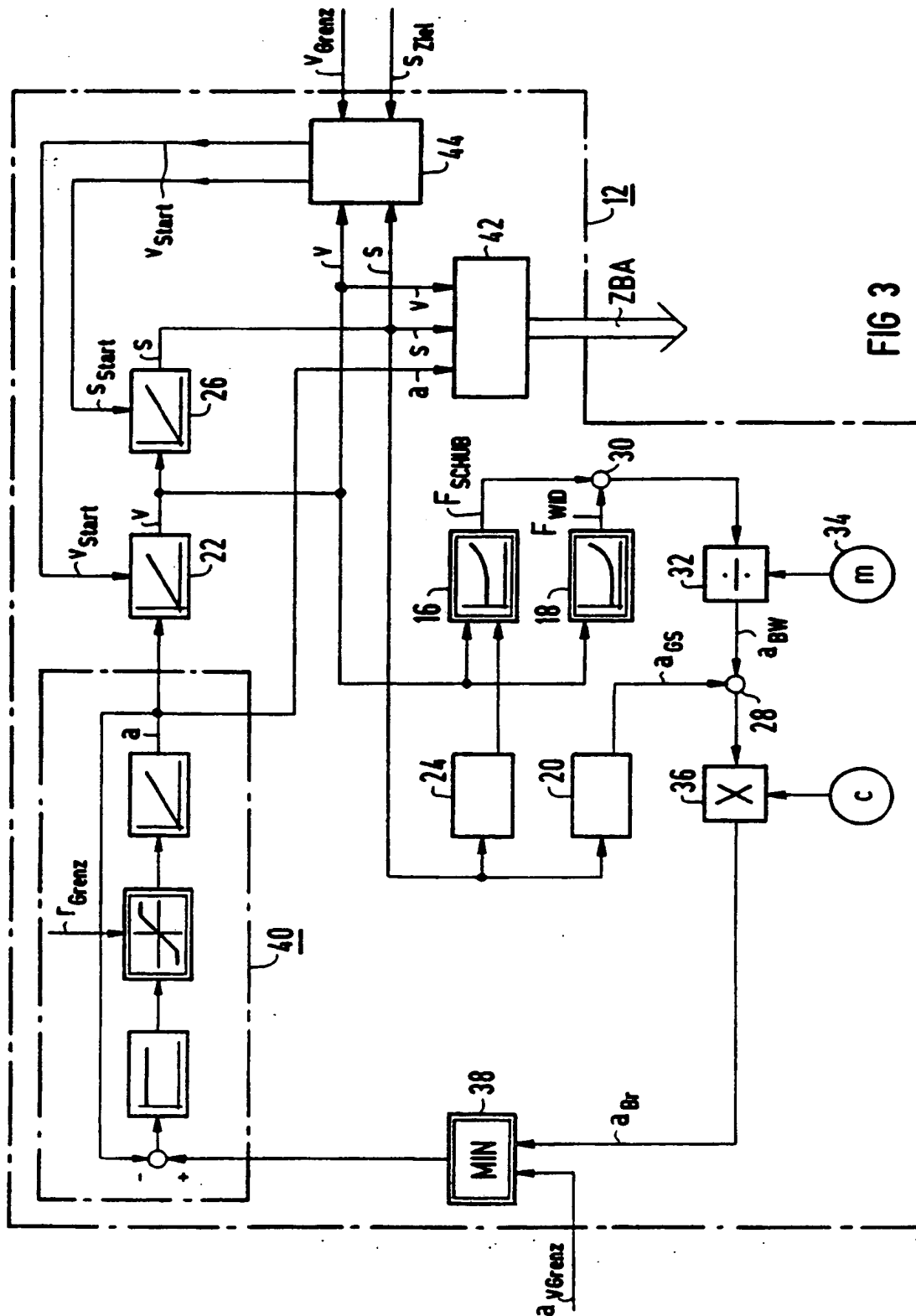
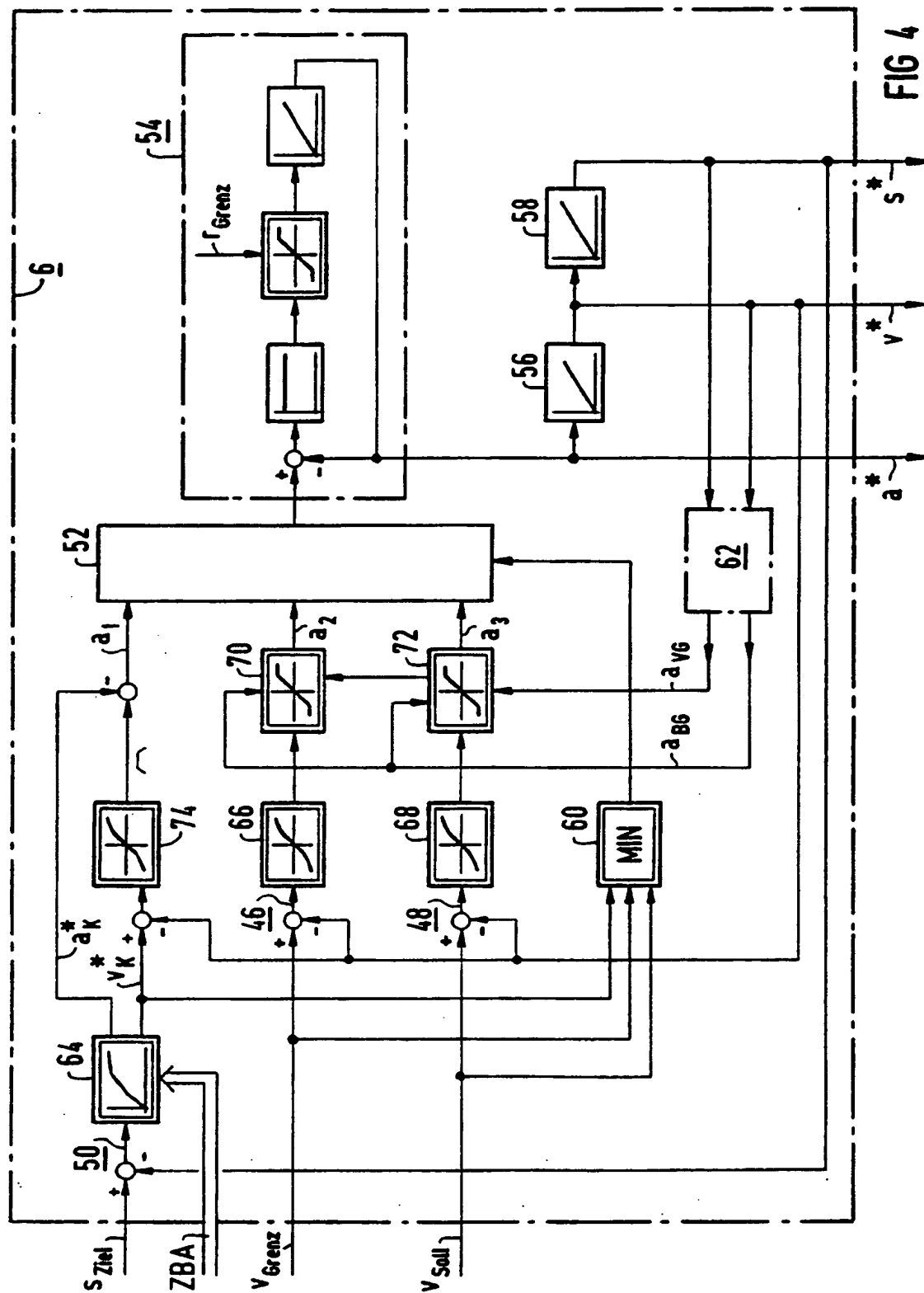


FIG 3



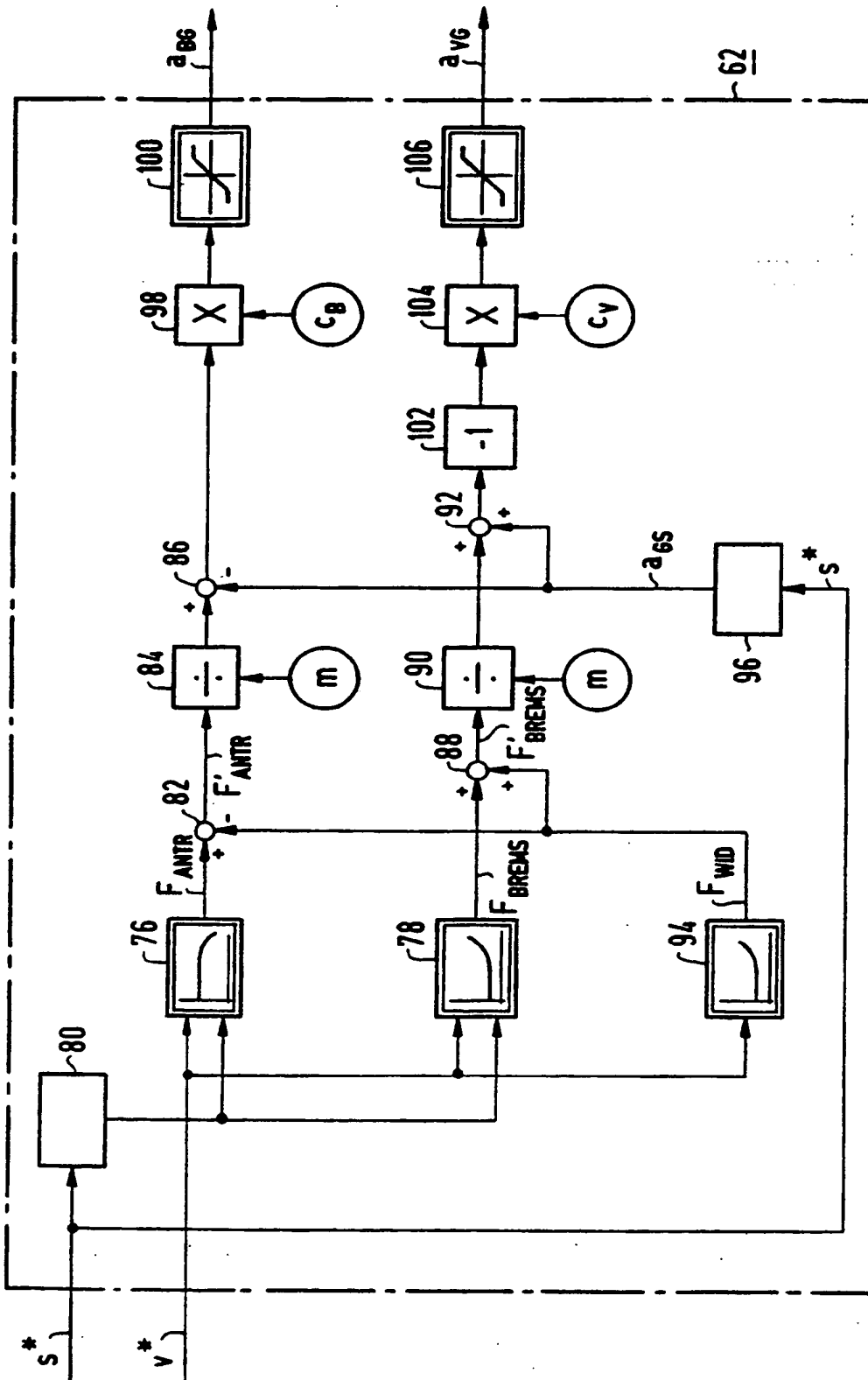


FIG 5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**